

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-266191

(43) 公開日 平成10年(1998)10月6日

(51) Int.Cl.⁶

E 0 2 D 3/12

識別記号

1 0 2

F I

E 0 2 D 3/12

1 0 2

審査請求 未請求 請求項の数18 F D (全 17 頁)

(21) 出願番号

特願平9-93257

(22) 出願日

平成9年(1997)3月27日

(71) 出願人 392012261

東興建設株式会社

東京都港区新橋5丁目11番3号

(72) 発明者 樋口 明男

東京都港区新橋5丁目11番3号東興建設株式会社内

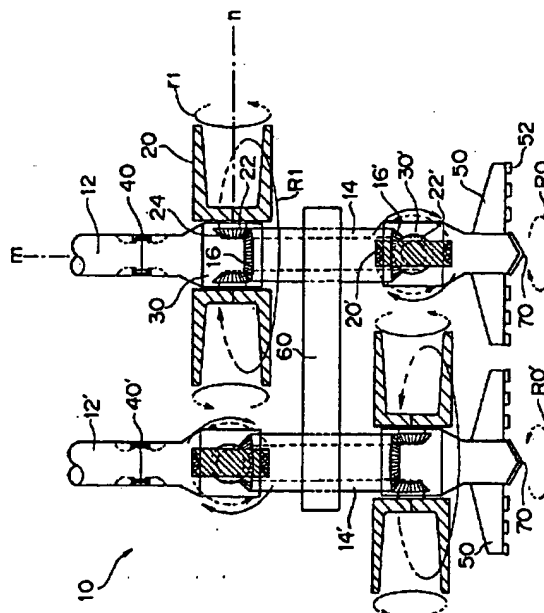
(74) 代理人 弁理士 小島 高城郎

(54) 【発明の名称】 地盤改良装置及び工法

(57) 【要約】

【課題】 機械攪拌を用いる地盤改良装置及び工法において、鉛直方向の攪拌を含めて効率的な攪拌混合を実現することにより均一な地盤改良体を造成する。

【解決手段】 ロッド体12と、ロッド体12の上下動及びロッド体軸周りの回転を実行する駆動手段と、ロッド体軸に対して垂直方向に延在しロッド体と共に回転可能な攪拌翼20とを具備する地盤改良装置10が、攪拌翼20の基端部に攪拌翼の軸と同軸に設けられる第1のギア24と、ロッド体軸と同軸であると共に第1のギア24と咬み合い、かつロッド体12の回転に対して相対的に静止して設けられる第2のギア16とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロッド体と、該ロッド体の上下動及び該ロッド体軸周りの回転を実行する駆動手段と、該ロッド体軸に対して垂直方向に延在し該ロッド体と共に回転可能な攪拌翼とを具備する地盤改良装置において、前記攪拌翼の基端部に該攪拌翼の軸と同軸に設けられる第1のギアと、前記ロッド体軸と同軸であると共に前記第1のギアと咬み合い、かつ該ロッド体の回転に対して相対的に静止して設けられる第2のギアとを有することを特徴とする地盤改良装置。

【請求項2】 ロッド体と、該ロッド体の上下動及び該ロッド体軸周りの回転を実行する駆動手段と、該ロッド体軸に対して垂直方向に延在し該ロッド体と共に回転可能な攪拌翼とを具備する地盤改良装置において、前記ロッド体と同軸であると共に該ロッド体と一体的に該ロッド体軸の周りで回転可能な第1の管状部材と、前記ロッド体と同軸であると共に該ロッド体の回転に対して相対的に静止して設けられる第2の管状部材とを有し、前記攪拌翼が、前記第1の管状部材の管壁を貫通して該管壁により回転可能に軸支される攪拌翼シャフトと、該第1の管状部材の管内にて該攪拌翼シャフトの基端部に該攪拌翼の軸と同軸に設けられる第1のギアとを有し、前記第2の管状部材の端部が前記第1の管状部材の管内へ同軸上にて挿入され、かつその端部上に該第2の管状部材と同軸であると共に前記第1のギアと咬み合う第2のギアを有することを特徴とする地盤改良装置。

【請求項3】 ロッド体と、該ロッド体の上下動及び該ロッド体軸周りの回転を実行する駆動手段と、該ロッド体軸に対して垂直方向に延在し該ロッド体と共に回転可能な攪拌翼とを具備する地盤改良装置において、前記ロッド体と同軸であると共に該ロッド体と一体的に該ロッド体軸の周りで回転可能であり、かつ該ロッド体軸上の異なる位置に設けられる一対の第1の管状部材と、前記ロッド体と同軸であると共に該ロッド体の回転に対して相対的に静止し、かつ前記一対の第1の管状部材の互いの間に設けられる第2の管状部材とを有し、前記一対の第1の管状部材の各々について設けられる前記攪拌翼が、該第1の管状部材の管壁を貫通して該管壁により回転可能に軸支される攪拌翼シャフトと、該第1の管状部材の管内にて該攪拌翼シャフトの基端部に該攪拌翼の軸と同軸に設けられる第1のギアとを有し、前記第2の管状部材の両端部が、前記一対の第1の管状部材の各々の管内へそれぞれ同軸上にて挿入され、かつその各端部上に該第2の管状部材と同軸であると共に前記第1のギアのそれぞれと咬み合う第2のギアを有することを特徴とする地盤改良装置。

【請求項4】 一対の平行なロッド体と、該一対のロ

ッド体の上下動及び該ロッド体軸周りのそれぞれの回転を実行する駆動手段と、それぞれの該ロッド体軸に対して垂直方向に延在し該ロッド体と共に回転可能な攪拌翼とを具備する地盤改良装置において、

前記一対のロッド体のそれぞれについて、該ロッド体と同軸であると共に該ロッド体と一体的に該ロッド体軸の周りで回転可能な第1の管状部材と、

前記一対のロッド体のそれぞれについて、該ロッド体と同軸であると共に該ロッド体の回転に対して相対的に静止するべく設けられる第2の管状部材とを有し、

さらに前記一対のロッド体のそれぞれにおける前記第2の管状部材が互いに連結固定され、

前記攪拌翼が、前記第1の管状部材の管壁を貫通して該管壁により回転可能に軸支される攪拌翼シャフトと、該第1の管状部材の管内にて該攪拌翼シャフトの基端部に該攪拌翼の軸と同軸に設けられる第1のギアとを有し、前記第2の管状部材の端部が前記第1の管状部材の管内へ同軸上にて挿入され、かつその端部上に該第2の管状部材と同軸であると共に前記第1のギアと咬み合う第2のギアを有することを特徴とする地盤改良装置。

【請求項5】 一対の平行なロッド体と、該一対のロッド体の上下動及び該ロッド体軸周りのそれぞれの回転を実行する駆動手段と、それぞれの該ロッド体軸に対して垂直方向に延在し該ロッド体と共に回転可能な攪拌翼とを具備する地盤改良装置において、

前記一対のロッド体のそれぞれについて、該ロッド体と同軸であると共に該ロッド体と一体的に該ロッド体軸の周りで回転可能であり、かつ該ロッド体軸上の異なる位置に設けられる一対の第1の管状部材と、

前記一対のロッド体のそれぞれについて、該ロッド体と同軸であると共に該ロッド体の回転に対して相対的に静止し、かつ前記一対の第1の管状部材の互いの間に設けられる第2の管状部材とを有し、

さらに前記一対のロッド体のそれぞれにおける前記第2の管状部材が互いに連結固定され、

前記一対の第1の管状部材の各々について設けられる前記攪拌翼が、該第1の管状部材の管壁を貫通して該管壁により回転可能に軸支される攪拌翼シャフトと、該第1の管状部材の管内にて該攪拌翼シャフトの基端部に該攪拌翼の軸と同軸に設けられる第1のギアとを有し、前記第2の管状部材の両端部が、前記一対の第1の管状部材の各々の管内へそれぞれ同軸上にて挿入され、かつその各端部上に該第2の管状部材と同軸であると共に前記第1のギアのそれぞれと咬み合う第2のギアを有することを特徴とする地盤改良装置。

【請求項6】 前記ロッド体が有孔管であって硬化材等を移送する移送孔と、該移送孔と連通しかつ該ロッド体外へ開口する吐出口とを具備することを特徴とする先の請求項のいずれかに記載の地盤改良装置。

【請求項7】 内管及び外管からなる二重管のロッド体

と、
前記ロッド体の上下動並びに前記内管と前記外管のそれぞれ独立した該ロッド体軸周りの回転及び静止を実行する駆動手段と、
前記ロッド体軸に対して垂直方向に延在し該外管と共に回転可能な攪拌翼と、
前記ロッド体と同軸であると共に前記外管と一体的に該ロッド体軸の周りで回転可能な管状部材とを有し、
前記攪拌翼が、前記管状部材の管壁を貫通して該管壁により回転可能に軸支される攪拌翼シャフトと、該管状部材の管内にて該攪拌翼シャフトの基端部に該攪拌翼の軸と同軸に設けられる第1のギアとを有し、
前記内管が、前記管状部材内へ同軸上にて挿入されかつ該管状部材の管内にて該内管の周囲に前記第1のギアと咬み合う第2のギアを有することを特徴とする地盤改良装置。

【請求項8】 内管及び外管からなる二重管のロッド体と、
前記ロッド体の上下動並びに前記内管と前記外管のそれぞれ独立した該ロッド体軸周りの回転及び静止を実行する駆動手段と、
前記ロッド体軸に対して垂直方向に延在し該外管と共に回転可能な攪拌翼と、
前記ロッド体と同軸であるとと共に前記外管と一体的に該ロッド体軸の周りで回転可能であり、かつ該ロッド体軸上の異なる位置に設けられる一対の管状部材とを有し、
前記一対の管状部材の各々について設けられる前記攪拌翼が、該管状部材の管壁を貫通して該管壁により回転可能に軸支される攪拌翼シャフトと、該管状部材の管内にて該攪拌翼シャフトの基端部に該攪拌翼の軸と同軸に設けられる第1のギアとを有し、
前記内管が、前記一対の管状部材の各々をそれぞれ同軸上にて貫通しかつそれぞれの該管状部材の管内にて該内管の周囲に前記第1のギアと咬み合う第2のギアを有することを特徴とする地盤改良装置。

【請求項9】 各々が内管及び外管からなる二重管である一対のロッド体と、
前記一対のロッド体の上下動、並びに、該一対のロッド体のそれぞれについて前記内管と前記外管のそれぞれ独立した該ロッド体軸周りの回転及び静止を実行する駆動手段と、
前記一対のロッド体のそれぞれについて、該ロッド体軸に対して垂直方向に延在し該外管と共に回転可能な攪拌翼と、
前記一対のロッド体のそれぞれについて、前記外管と同軸であるとと共に該外管と一体的に該ロッド体軸の周りで回転可能である管状部材とを有し、
さらに前記一対のロッド体のそれぞれにおける外管同士が、各外管が各ロッド体軸周りにそれぞれ回転可能な状態で互いに連結され、

前記攪拌翼が、前記管状部材の管壁を貫通して該管壁により回転可能に軸支される攪拌翼シャフトと、該管状部材の管内にて該攪拌翼シャフトの基端部に該攪拌翼の軸と同軸に設けられる第1のギアとを有し、
前記内管が、前記管状部材を同軸上にて貫通しかつ該管状部材の管内にて該内管の周囲に前記第1のギアと咬み合う第2のギアを有することを特徴とする地盤改良装置。

【請求項10】 各々が内管及び外管からなる二重管である一対のロッド体と、
前記一対のロッド体の上下動、並びに、該一対のロッド体のそれぞれについて前記内管と前記外管のそれぞれ独立した該ロッド体軸周りの回転及び静止を実行する駆動手段と、

前記一対のロッド体のそれぞれについて、該ロッド体軸に対して垂直方向に延在し該外管と共に回転可能な攪拌翼と、

前記一対のロッド体のそれぞれについて、該ロッド体と同軸であるとと共に該ロッド体と一体的に該ロッド体軸の周りで回転可能であり、かつ該ロッド体軸上の異なる位置に設けられる一対の管状部材と、

さらに前記一対のロッド体のそれぞれにおける外管同士が、各外管が各ロッド体軸周りにそれぞれ回転可能な状態で互いに連結され、

前記一対の管状部材の各々について設けられる前記攪拌翼が、該管状部材の管壁を貫通して該管壁により回転可能に軸支される攪拌翼シャフトと、該管状部材の管内にて該攪拌翼シャフトの基端部に該攪拌翼の軸と同軸に設けられる第1のギアとを有し、

前記内管が、前記一対の管状部材を同軸上にてそれぞれ貫通しかつそれぞれの該管状部材の管内にて該内管の周囲に前記第1のギアと咬み合う第2のギアを有することを特徴とする地盤改良装置。

【請求項11】 内管及び外管からなる二重管のロッド体と、

前記ロッド体の上下動並びに前記内管と前記外管のそれぞれ独立した該ロッド体軸周りの回転及び静止を実行する駆動手段と、

前記ロッド体軸に対して垂直方向に延在し該外管と共に回転可能な攪拌翼と、

前記ロッド体と同軸であるとと共に前記外管と一体的に該ロッド体軸の周りで回転可能であり、かつ該ロッド体軸上の異なる位置に設けられる一対の管状部材とを有し、
前記一対の管状部材の各々について設けられる前記攪拌翼が、該管状部材の管壁を貫通して該管壁により回転可能に軸支される攪拌翼シャフトと、該管状部材の管内にて該攪拌翼シャフトの基端部に該攪拌翼の軸と同軸に設けられる第1のギアとを有し、

前記内管が、前記一対の管状部材のうち上側の管状部材に挿入され該上側の管状部材の管内に末端を有し該末端

の周囲に、該上側の管状部材における前記第1のギアと咬み合う第2のギアを有し、

前記一对の管状部材の間にて前記外管の内側に同軸に設けられその各末端が該一对の管状部材のそれぞれに挿入される第2の管状部材と、該第2の管状部材の上端において前記上側の管状部材における前記第1のギアと咬み合う第3のギアと、該第2の管状部材の下端において前記下側の管状部材における前記第1のギアと咬み合う第4のギアとを有することを特徴とする地盤改良装置。

【請求項12】 前記内管及び外管からなる二重管のロッド体が一对設けられ、かつ、各外管がそれぞれ回転可能な状態で該一对のロッド体を互いに並行に連結することを特徴とする請求項11に記載の地盤改良装置。

【請求項13】 前記内管が有孔管であって硬化材等を移送する移送孔を有し、さらに該移送孔と連通しかつ該ロッド体外へ開口する吐出口とを具備することを特徴とする請求項7乃至12のいずれかに記載の地盤改良装置。

【請求項14】 前記攪拌翼が、前記ロッド体軸上の同じ位置に一对設けられ、それぞれが該ロッド体軸について互いに反対方向へ延在することを特徴とする先の請求項のいずれかに記載の地盤改良装置。

【請求項15】 前記攪拌翼が、該攪拌翼の軸上にあって該ロッド体軸に対して垂直方向に延在する攪拌翼シャフトと、該攪拌翼シャフトの先端部から分岐してさらに該垂直方向へ延在する一对の羽根部とを具備し、前記一对の羽根部は、前記攪拌翼の軸に平行にかつ該攪拌翼の軸から互いに反対方向へ等距離だけ離隔して延在することを特徴とする先の請求項のいずれかに記載の地盤改良装置。

【請求項16】 前記一对の羽根部が、それぞれ略平板形状でありかつ前記攪拌翼の軸に平行な該羽根部の軸上の部分において厚く該羽根部の軸に沿った両縁近傍において薄く形成され、さらにそれぞれの羽根部の軸の周りで回転可能に取り付けられることを特徴とする請求項15に記載の地盤改良装置。

【請求項17】 硬化材等の移送管及び吐出口を具備するロッド体と、該ロッド体の上下動及び該ロッド体軸周りの回転を実行する駆動手段と、該ロッド体軸に対して垂直方向に延在し該ロッド体と共に回転可能な攪拌翼とを具備する地盤改良装置を用いて対象地盤に前記硬化材等を注入攪拌することにより地盤改良体を作成する地盤改良工法において、

前記攪拌翼の基端部に該攪拌翼の軸と同軸の第1のギアと、前記ロッド体軸と同軸であると共に前記第1のギアと咬み合いかつ該ロッド体の回転に対して相対的に静止している第2のギアとを、前記地盤改良装置に対して設け、

前記ロッド体を該ロッド体軸周りで回転させるとき、前記攪拌翼が該ロッド体と一体的に回転することにより前

記対象地盤を前記ロッド体軸に垂直な面内で攪拌すると同時に、

前記第1のギアが前記第2のギア上を転動して前記攪拌翼が該攪拌翼の軸の周りで回転することにより前記対象地盤を前記ロッド体軸に平行な面内で攪拌することを特徴とする地盤改良工法。

【請求項18】 前記攪拌翼が、該攪拌翼の軸上にあって該ロッド体軸に対して垂直方向に延在し該ロッド体と共に回転可能な攪拌翼シャフトと、該攪拌翼シャフトの先端部から分岐してさらに該垂直方向へ延在する一对の羽根部とを具備し、

前記一对の羽根部は、前記攪拌翼の軸に平行にかつ該攪拌翼の軸から互いに反対方向へ等距離だけ離隔して延在し、

前記一对の羽根部が、それぞれ略平板形状でありかつ前記攪拌翼の軸に平行な該羽根部の軸上の部分において厚く該羽根部の軸に沿った両縁近傍において薄く形成され、さらにそれぞれの羽根部の軸の周りで回転可能に取り付けられており、

前記ロッド体を該ロッド体軸周りで回転させるとき、前記攪拌翼が前記ロッド体軸周りで回転すると同時に該攪拌翼の軸周りで回転し、さらに略平板形状の前記羽根部の面が常に該羽根部の移動方向に沿うべく該羽根部の軸の周りで回転することを特徴とする請求項17に記載の地盤改良工法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、軟弱地盤に対して機械的な掘削攪拌と共に硬化材の吐出注入を行うことにより、柱状の地盤改良体を作成する装置及び工法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、軟弱地盤において、セメントミルク等からなる硬化材を吐出しつつ機械的掘削攪拌を行い、地山と硬化材とを攪拌混合して地盤改良体を作成する地盤改良工法が行われている。図12は、従来の地盤改良装置200を用いた施工の様子を示す一例である。この地盤改良装置200は、対象地盤90に対して貫入及び引き抜きされる一对の並設されたロッド体212及び212'、各ロッド体の先端近傍にロッド体軸に垂直に張り出した複数の攪拌翼220、ロッド体212及び212'を回転させる回転駆動部282、ロッド体212及び212'を上下動させる上下駆動部282、及び装置全体の動作を制御する制御部280等の構成要素を有する。2本のロッド体の内部にはそれぞれ硬化材等の移送孔が内蔵され、各ロッド体の先端部付近には硬化材等の吐出口が設けられる。施工にあたっては、両ロッド体を回転かつ上下動させつつ各吐出口から硬化材を吐出することにより、柱状の地盤改良体を作成する。

【0003】図13は、図12の従来の地盤改良装置2

00の攪拌翼を含む先端近傍の部分拡大図である。2本のロッド体212及び212'は、連結板260により所定の間隔だけ離れて連結され、平行に設置される。各ロッド体が回転可能なように連結板260は、軸受け262を介して取り付けられる。各ロッド体は基本的には同じ構造を有する。先端には硬化材等吐出用の吐出口270と掘削ビット252を具備する掘削翼250とを設けている。

【0004】さらに、各ロッド体の軸方向に沿って4箇所にそれぞれ一对のトンボ羽根形状の攪拌翼220a、220b、220c、及び220dがロッド体軸に垂直に取り付けられている（以下、これらの従来の1枚羽根からなる形状の攪拌翼を「単羽攪拌翼」と称することがある）。また、ロッド体軸方向に隣り合う攪拌翼同士（例えば、220aと220b）は、90度の角度をなしている。そして、1つの高さ位置における一对の攪拌翼は、互いにロッド体軸について反対側に位置する。各ロッド体の回転と一体的に各攪拌翼も回転するが、一方のロッド体上の攪拌翼の回転が他方のロッド体上の攪拌翼の回転を妨げないようにロッド体軸方向の攪拌翼の取付位置をずらしてある。このような攪拌翼の配置は、攪拌効率を高めるためである。また、効率的な攪拌混合を行うために、矢印R0及びR0'で示すように各ロッド体を互いに逆方向に回転させたり、周期的に回転方向を変化させたりする。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】図14は、例えば、図13のロッド体212を回転させつつ下降させた場合における攪拌翼220a及び220cによる攪拌動作を模式的に示す図である。四角形は、各攪拌翼の断面形状を示す。縦軸は対象地盤の深さ方向の位置を、横軸はロッド体の回転角度すなわち攪拌翼の回転角度を示す。点線は、回転に伴う各攪拌翼の軌跡を示す。攪拌翼220a、220cは、ほぼ水平方向に対象地盤を切りながら進行する。攪拌翼220aがA点からB点まで下降すると、攪拌翼220cはC点からD点まで下降する。従って、この間にB点とC点との間の領域は2枚の攪拌翼により2回攪拌されることになるが、いずれの場合も水平方向の動作しかなされてない。

【0006】一般的に、対象地盤は土砂や粘土等の堆積により形成され、水平方向の層構造をなしている場合が多い。このような水平方向の層構造をもつ地盤は、鉛直方向に比べて水平方向の強度が弱いという傾向がある。すなわち、元々水平方向には切削攪拌し易い特性をもっている。従って、上記のような水平方向だけの攪拌動作によって地盤改良を行えば、上記のような地盤の異方性が益々増大される結果、造成された改良体の内部で強度のばらつきが生じてしまう恐れがある。このため、従来、深さ方向の単位長さあたりの羽根切り回数をできるだけ多くして鉛直方向の攪拌効率を向上させようとする

試みがなされてきた。例えば、攪拌翼の枚数を増やしたり、攪拌時間を長くしたりする等である。しかしながら、これらの対処方法では、ロッド体構造が複雑となり、また施工時間が長くなる等の欠点がある。

【0007】上記の地盤の異方性から生じる問題点としてさらに、室内配合試験強度と設計基準強度の差が非常に大きくなることがある。このため、設計基準強度を大幅に低減する必要がある。

【0008】また、特に粘土質の地盤においては切削した土砂が攪拌翼に付着し易く、付着した土砂が土塊となって攪拌翼と共に回転してしまう供回り現象を起こすことがある。供回り現象が起きると、切削された土砂と硬化材との十分な攪拌混合がなされず、造成される地盤改良体の質が低下する。これを防止するために、土塊が回転しないように供回り防止翼を設けたり、上下の攪拌翼（例えば、図13における220aと220b）を互いに反対回りに回転させる相対攪拌を行ったりしてきた。別の対策として、ロッド体の上昇及び下降を単調に行うのではなく、細かい上下動を繰り返しながら移動させる方法がある。例えば、引き抜きながら造成する場合は、ロッド体を所定距離上昇させた後それより短い距離だけ下降させる動作を繰り返しながら漸次引き抜きを行う。この上下動を繰り返す動作により、攪拌翼に対して鉛直方向の攪拌機能をもたせると同時に供回り現象も防止しようとするものである。しかしながら、このような方法では、攪拌翼への負担が大きくまた制御が複雑となる等の欠点がある。

【0009】以上により、本発明の目的は、機械攪拌を用いる地盤改良装置及び工法において、鉛直方向の攪拌を含めて効率的な攪拌混合を実現することである。本発明の更なる目的は、簡易な構造の装置によりまた施工時間を長くすることなく効率的攪拌混合を実現することである。本発明の更なる目的は、粘性土地盤における供回り現象を防止し、効率的攪拌混合を実現することである。本発明の更なる目的は、造成される地盤改良体の強度のばらつきを低減し、室内配合試験強度に対する現場強度比を改善することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するべく本発明による第1の態様は、ロッド体と、該ロッド体の上下動及び該ロッド体軸周りの回転を実行する駆動手段と、該ロッド体軸に対して垂直方向に延在し該ロッド体と共に回転可能な攪拌翼とを具備する地盤改良装置において、前記攪拌翼の基端部に該攪拌翼の軸と同軸に設けられる第1のギアと、前記ロッド体軸と同軸であると共に前記第1のギアと咬み合い、かつ該ロッド体の回転に対して相対的に静止して設けられる第2のギアとを有する。

【0011】本発明による第2の態様は、ロッド体と、該ロッド体の上下動及び該ロッド体軸周りの回転を実行

する駆動手段と、該ロッド体軸に対して垂直方向に延在し該ロッド体と共に回転可能な攪拌翼とを具備する地盤改良装置において、前記ロッド体と同軸であると共に該ロッド体と一体的に該ロッド体軸の周りで回転可能な第1の管状部材と、前記ロッド体と同軸であると共に該ロッド体の回転に対して相対的に静止して設けられる第2の管状部材とを有し、前記攪拌翼が、前記第1の管状部材の管壁を貫通して該管壁により回転可能に軸支される攪拌翼シャフトと、該第1の管状部材の管内にて該攪拌翼シャフトの基端部に該攪拌翼の軸と同軸に設けられる第1のギアとを有し、前記第2の管状部材の端部が前記第1の管状部材の管内へ同軸上に挿入され、かつその端部上に該第2の管状部材と同軸であると共に前記第1のギアと噛み合う第2のギアを有する。

【0012】本発明による第3の態様は、上記第2の態様におけるロッド体と共に回転可能な一对の第1の管状部材がロッド体軸上の2箇所にそれぞれ設けられ、一对の第1の管状部材が、互いの間に固定された1つの第2の管状部材の両端と上記のギア機構を介して関連するように配置され、各々の第1の管状部材に攪拌翼が取り付けられる。

【0013】本発明による第4の態様は、上記第2の態様におけるロッド体が一対設けられ、各々のロッド体上の第2の管状部材が互いに連結されており、各ロッド体上には上記第2の態様と同様のギア機構を含む攪拌翼構造が設けられる。

【0014】本発明による第5の態様は、上記第2の態様におけるロッド体が一対設けられ、各々のロッド体上の第2の管状部材が互いに連結されており、各ロッド体上には上記第3の態様と同様にロッド体軸上の2箇所に攪拌翼構造が設けられる。

【0015】本発明による第6の態様は、上記第1乃至第5の態様のいずれかにおいて、ロッド体有孔管であって硬化材等を移送する移送孔と、該移送孔と連通しかつ該ロッド体外へ開口する吐出口とを具備する。

【0016】本発明による第7の態様は、内管及び外管からなる二重管のロッド体と、前記ロッド体の上下動並びに前記内管と前記外管のそれぞれ独立した該ロッド体軸周りの回転及び静止を実行する駆動手段と、前記ロッド体軸に対して垂直方向に延在し該外管と共に回転する軸をもつ攪拌翼と、前記ロッド体と同軸であると共に前記外管と一体的に該ロッド体軸の周りで回転可能な管状部材とを有し、前記攪拌翼が、前記管状部材の管壁を貫通して該管壁により回転可能に軸支される攪拌翼シャフトと、該管状部材の管内にて該攪拌翼シャフトの基端部に該攪拌翼の軸と同軸に設けられる第1のギアとを有し、前記内管が、前記管状部材に挿入されかつ該管状部材の管内にて該内管の周囲に前記第1のギアと噛み合う第2のギアを有する。

【0017】本発明による第8の態様は、上記第7の態

様におけるロッド体と共に回転可能な一对の第1の管状部材がロッド体軸上の2箇所にそれぞれ設けられ、固定可能な内管が各々の第1の管状部材を貫通し、それぞれの第1の管状部材の管内において内管に設けられたギアと攪拌翼基端部に設けられたギアとが噛み合う。

【0018】本発明による第9の態様は、上記第7の態様におけるロッド体が一対設けられ、各々のロッド体の外管が独立に回転可能な状態で互いに連結されており、各ロッド体には上記第7の態様と同様のギア機構を含む攪拌翼構造が設けられる。

【0019】本発明による第10の態様は、上記第7の態様におけるロッド体が一対設けられ、各々のロッド体の外管が独立に回転可能な状態で互いに連結されており、各々のロッド体には、上記第8の態様と同様にロッド体軸上の2箇所に攪拌翼構造が設けられる。

【0020】本発明による第11の態様は、内管及び外管からなる二重管のロッド体と、前記ロッド体の上下動並びに前記内管と前記外管のそれぞれ独立した該ロッド体軸周りの回転及び静止を実行する駆動手段と、前記ロッド体軸に対して垂直方向に延在し該外管と共に回転可能な攪拌翼と、前記ロッド体と同軸であると共に前記外管と一体的に該ロッド体軸の周りで回転可能であり、かつ該ロッド体軸上の異なる位置に設けられる一对の管状部材とを有し、前記一对の管状部材の各々について設けられる前記攪拌翼が、該管状部材の管壁を貫通して該管壁により回転可能に軸支される攪拌翼シャフトと、該管状部材の管内にて該攪拌翼シャフトの基端部に該攪拌翼の軸と同軸に設けられる第1のギアとを有し、前記内管が、前記一对の管状部材のうち上側の管状部材に挿入され該上側の管状部材の管内に末端を有し該末端の周囲に、該上側の管状部材における前記第1のギアと噛み合う第2のギアを有し、前記一对の管状部材の間にて前記外管の内側に同軸に設けられその各末端が該一对の管状部材のそれぞれに挿入される第2の管状部材と、該第2の管状部材の上端において前記上側の管状部材における前記第1のギアと噛み合う第3のギアと、該第2の管状部材の下端において前記下側の管状部材における前記第1のギアと噛み合う第4のギアとを有する。

【0021】本発明による第12の態様は、前記第11の態様の内管及び外管からなる二重管のロッド体が一対設けられ、かつ、各外管がそれぞれ回転可能な状態で該一对のロッド体を互いに並行に連結する。

【0022】本発明による第13の態様は、上記第7乃至第12の態様のいずれかにおいて、前記内管が有孔管であって硬化材等を移送する移送孔と、該移送孔と連通しかつ該ロッド体外へ開口する吐出口とを具備する。

【0023】本発明による第14の態様は、上記第1乃至第13の態様のいずれかにおいて、前記攪拌翼が、前記ロッド体軸上の同じ位置に一対設けられ、それぞれが該ロッド体軸について互いに反対方向へ延在する。

【0024】本発明による第15の態様は、上記第1乃至第14の態様のいずれかにおいて、前記攪拌翼が、該攪拌翼の軸上にあつて該ロッド体軸に対して垂直方向に延在する攪拌翼シャフトと、該攪拌翼シャフトの先端部から分岐してさらに該垂直方向へと延在する一対の羽根部とを具備し、前記一対の羽根部は、前記攪拌翼の軸に平行にかつ該攪拌翼の軸から互いに反対方向へ等距離だけ離隔して延在する。

【0025】本発明による第16の態様は、上記第15の態様において、前記一対の羽根部がそれぞれ略平板形状であり、前記攪拌翼の軸に平行な該羽根部の軸上の部分において厚くかつ該羽根部の軸に沿った両縁部分において薄い刃状に形成され、さらにそれぞれの羽根部の軸の周りで回動可能に取り付けられる。

【0026】本発明による第17の態様である地盤改良工法は、硬化材等の移送管及び吐出口を具備するロッド体と、該ロッド体の上下動及び該ロッド体軸周りの回転を実行する駆動手段と、該ロッド体軸に対して垂直方向に延在する攪拌翼とを具備する地盤改良装置を用いて対象地盤に前記硬化材等を注入攪拌することにより地盤改良体を造成するものであり、前記攪拌翼の基端部に該攪拌翼の軸と同軸の第1のギアと、前記ロッド体軸と同軸であると共に前記第1のギアと噛み合いかつ該ロッド体の回転に対して相対的に静止している第2のギアとを前記地盤改良装置に対して設け、前記ロッド体を該ロッド体軸周りで回転させるとき、前記攪拌翼が該ロッド体と一体的に回転することにより前記対象地盤を前記ロッド体軸に垂直な面内で攪拌すると同時に、前記第1のギアが前記第2のギア上を転動して前記攪拌翼が該攪拌翼の軸の周りで回転することにより前記対象地盤を前記ロッド体軸に平行な面内で攪拌する工法である。

【0027】本発明による第18の態様である地盤改良工法は、上記第17の態様における前記攪拌翼が、該攪拌翼の軸上にあつて該ロッド体軸に対して垂直方向に延在する攪拌翼シャフトと、該攪拌翼シャフトの先端部から分岐してさらに該垂直方向へと延在する一対の羽根部とを具備し、前記一対の羽根部は、前記攪拌翼の軸に平行にかつ該攪拌翼の軸から互いに反対方向へ等距離だけ離隔して延在し、前記一対の羽根部が、それぞれ略平板形状でありかつ前記攪拌翼の軸に平行な該羽根部の軸上の部分において厚く該羽根部の軸に沿った両縁近傍において薄く形成され、さらにそれぞれの羽根部の軸の周りで回動可能に取り付けられており、前記ロッド体を該ロッド体軸周りで回転させるとき、前記攪拌翼が前記ロッド体軸周りで回転すると同時に該攪拌翼の軸周りで回転し、さらに略平板形状の前記羽根部の面が常に該羽根部の移動方向に沿うべく該羽根部の軸の周りで回動する。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態を例示することにより本発明を説明する。尚、本明細書

においては、便宜上、「水平方向」及び「鉛直方向」の表現を用いるが、これは、地盤に対して鉛直方向に削孔施工する垂直工法を例として説明しているためであり、本発明は、水平方向への施工又は斜方向への施工にも適用可能である。また、本明細書では、地盤改良装置のロッド体の軸方向において、掘削翼のある側を「先端」若しくは「下方」とし、その反対側を「後端」若しくは「上方」と表現する。

【0029】図1は、本発明の第1の実施形態である地盤改良装置10の攪拌翼部分を示す概略的構成図である。地盤改良装置10は、連結板60で連結された平行な一対のロッド体12、12'を有する。これらのロッド体12、12'は、独立に回転駆動することができる。例えば、施工においてはR0、R0'の矢印で示すように互いに逆方向に回転させられる。各先端には掘削ビット52を具備する掘削翼50が設けられ、ロッド体12、12'とそれぞれ一体的に回転する。ロッド体12、12'は有孔管であり、図示しないが硬化材等の移送孔が適宜内蔵されている。移送孔は、先端部に開口する吐出口70へ連通している。

【0030】図1では、ロッド体12、12'は、それぞれ上下2箇所攪拌翼20、20'を設けている。さらに1箇所につき、ロッド体の軸mに対して垂直に互いに反対側に1つずつ攪拌翼20が設けられる。上側の攪拌翼と下側の攪拌翼は互いに90度の角度をなし、また異なるロッド体12、12'上の同じ高さ位置の攪拌翼同士も互いに90度の角度をなしている。ロッド体12と12'とは、それぞれの攪拌翼の取付角度が異なるが、基本的に同一構造である。以下の説明におけるロッド体12についての構造は、ロッド体12'についても同様である。

【0031】代表例として図1中右上の攪拌翼20について説明する。攪拌翼20は、攪拌翼シャフト22の先端部から分岐する一対の互いに平行なトンボ羽根形状の羽根(斜線部)を有する(以下、この本発明の特徴的な攪拌翼の形状を「双羽攪拌翼」と称することがある)。図示の例では、双羽攪拌翼が攪拌翼シャフト22に取り付けられているが、シャフト22と一体に形成してもよい。攪拌翼シャフト22は、ギアボックス30の管壁上からロッド体12の軸mに対して垂直方向に延びるように該管壁に取り付けられる。さらに、ギアボックス30の管壁に対する攪拌翼シャフト22の取付部分は、攪拌翼20の軸nの周りで回転可能に軸支されている。

【0032】ギアボックス30は、ロッド体12と同軸の管状部材であつてロッド体12と接続されており一体的に回転する。図1のギアボックス30の内側部分は透視図となっている。ギアボックス30の管壁を貫通する攪拌翼シャフト22の基端部にはギア24が設けられている。ギア24は、攪拌翼20の軸nと同軸であり軸nの周りで回転可能である。

【0033】一方、ロッド体12と同軸であってロッド体12とは接続されていない固定管14の上端がギアボックス30内に挿入され、その上端にはギア16が設けられる。ギア16は、ギア24と噛み合うように配置される。ギア16は、固定管14の軸すなわちロッド体14の軸mと同軸である。従って、ギア24の軸とギア16の軸とは直交する。ギア24とギア16とが噛み合うことにより、互いに直交する2軸間で回転運動を伝達可能なギア機構を構成する。図示の例では、双方のギアとも歯すじが円錐形のかさ歯車となっているが他の形状のギアでもよい。また、図示の例のギアボックス30は、このようなギア機構を内蔵するので、ロッド体12の径よりも大きい径をもつ管状部材として形成されロッド体12と接続されているが、ギアボックス30はロッド体12と一体的に回転可能であればよく、ロッド体12の一部として形成してもよい。

【0034】双方のロッド体12、12'と同軸上に位置するそれぞれの固定管14、14'は、連結板60により互いに連結固定されているため、ロッド体12、12'の回転に関係なく常に静止している。これにより、ギア16は、ロッド体12の回転に対して相対的に静止状態に保持される。

【0035】ロッド体12の本体部分は、破線で示すようにギアボックス30の中央部を貫通し固定管14の中を嵌挿するように延長され、下側のギアボックス30'と接続されると共に下側ギアボックス30'も貫通して、さらに掘削翼50の取付部分へと延びて先端70にまで至っている。従って、ロッド体12の回転により、下側ギアボックス30'、掘削翼50、及び先端70までが一体的に回転する。

【0036】下側ギアボックス30'もまた、その管壁により下側の攪拌翼20'の攪拌翼シャフト22'を軸支し、かつ、ロッド体12と一体的に回転する。攪拌翼シャフト22'も、攪拌翼シャフト22と同様に基端部にギア(図示せず)を設けている。一方、固定管14の下端が、ギアボックス30'内に挿入され、その下端にはギア16'が設けられる。ギア16'は、攪拌翼シャフト22'の基端部のギアと噛み合うように配置される。これらのギアもまた、互いに直交する2軸間で回転運動を伝達可能なギア機構を構成する。

【0037】上記のような構造において、ロッド体12が軸mの周りに回転(図中、矢印R0)すると、ロッド体12と一体的にギアボックス30が回転する。それによりギアボックス30の管壁に取り付けられている攪拌翼シャフト22すなわち攪拌翼20が、ロッド体12の軸mの周りで回転する。図中、矢印R1で示すこの回転を第1の回転と称する。一方、攪拌翼20の第1の回転R1が生じると、攪拌翼シャフト22の基端部のギア24が固定管上のギア16と噛み合っているため、ギア24がギア16上を転動し、その結果、攪拌翼シャフト2

2すなわち攪拌翼20がその軸nの周りで回転する。図中、矢印r1で示すこの回転を第2の回転と称する。

【0038】ここで図2を参照して、上記の地盤改良装置10の攪拌翼20の特徴的な回転動作を詳細に説明する。図2(A)は、攪拌翼20と、ギアボックス30すなわちロッド体12との関係を示すための図であり、固定管を省略して示している。ギアボックス30はロッド体12と一体的に回転する(図中、矢印R0)。攪拌翼20の攪拌翼シャフト22はギアボックス30の管壁により軸支されているので、ギアボックス30が回転すると、攪拌翼20もロッド体12(すなわち軸m)を軸として第1の回転R1を行う。

【0039】一方、図2(B)は、攪拌翼20と、固定管14との関係を示すための展開図であり、ロッド体及びギアボックスを省略して示している。分かり易くするために、実際は直角に噛み合っているギア16とギア24を分離して描いている。固定管14は、常に静止している。従って、固定管14の上端のギア16もまた常に静止している。ギア16とギア24とが噛み合っているため、ギア24すなわち攪拌翼シャフト22が第1の回転R1を行うと、ギア24はギア16上を転がることとなり、その結果、攪拌翼20が攪拌翼シャフトの軸nの周りで第2の回転r1を行う。反対側の攪拌翼20も同様に第2の回転r2を行う。

【0040】再び図2(A)に戻ると、ロッド体12はギアボックス30と接続するためのロッド体連結部12aを有する一方、その本体部分はギアボックス30を貫通してさらに下方へと延びてロッド体延長部12bとなり、さらにギアボックス30'と接続されかつこれを貫通して下方へ延びてロッド体先端部12cとなっている。ロッド体延長部12bの周囲に、図2(B)の固定管14が位置することになる。ロッド体延長部12b、下側ギアボックス30'、及びロッド体先端部12cは、ロッド体12と共に回転するが、固定管14は静止している。下側攪拌翼20'の攪拌翼シャフト22'の基底部のギア(図示せず)が、固定管14の下端のギア16'と噛み合うことにより、下側攪拌翼20'もまた、ロッド体12の軸の周りで第1の回転を行いつつ、攪拌翼シャフト22'の軸の周りで第2の回転を行うこととなる。

【0041】後に、図10を参照して詳細に説明するが、本発明の特徴は、双羽攪拌翼20の第2の回転r1により、対象地盤が水平方向(ロッド体軸に対して垂直な面内)のみでなく垂直方向(ロッド体軸に対して平行な面内)へも有効に切削攪拌されることである。

【0042】図3は、図1及び図2に示した地盤改良装置10の攪拌翼取付部分のロッド体軸に沿った概略的断面図である。攪拌翼シャフト22は、例えば、軸受け21a、21bを介してギアボックス30の管壁により軸支されることにより、その軸の周りで円滑に回転するこ

とができる。また、回転するギアボックス30と静止状態の固定管14とが接する部分にも、適宜、軸受け15を設けてギアボックス30が円滑に回転するようにする。ロッド体12は、図示のように有孔管とすることができる。図示の構造は、例であって様々な変形が可能である。

【0043】図1乃至図3に示した第1の実施形態の地盤改良装置10は、上記のような攪拌翼の特徴的回転運動を得るために、ロッド体12の回転に対して相対的に静止した固定管14上のギア16が必要である。固定管14は、もう一方のロッド体12'上の固定管14'と連結板60により連結されることで静止状態を実現する。従って、この実施形態の地盤改良装置10は、一対のロッド体12、12'を具備することが必須である。但し、上記の本発明による攪拌翼機構は、少なくとも一方のロッド体に設けられていればよく、他方のロッド体は固定物体としての役割を果たせばよい。もちろん、双方のロッド体に対して本発明による攪拌翼機構を設けることが好適である。

【0044】また、図1において、ロッド体12、12'のそれぞれのジョイント部40、40'から上方は、従来と同様の例えば図12のロッド体212の長尺部分及びその上端に接続される回転上下駆動装置等がある。従って、第1の実施形態の地盤改良装置10は、従来の地盤改良装置200のジョイント部40から下方の部分のみを交換することにより実現できる。このことは、ジョイント部40から上方の部分は、制御部も含めて従来の装置をそのまま利用することができることを意味し、コスト的にも有利である。図4は、図1及び図2に示した第1の実施形態の地盤改良装置10を用いた施工の様子を示す図である。ジョイント部40、40'より上の部分、すなわち、ロッド体12、12'を回転させる回転駆動部82、ロッド体12、12'を上下動させる上下駆動部84、及び装置全体の動作を制御する制御部80等の構成要素については従来の地盤改良装置200と同様である。

【0045】第1の実地形態の変形例として、図示しないが、1本のロッド体のみを用いて、そのロッド体軸上の1箇所に一対の攪拌翼を設ける地盤改良装置も可能である。この場合、一対の攪拌翼は上記第1の実施形態と同様の構造で同様のギアボックスに取り付ける。そして上記第1の実施形態とは異なり、固定管をギアボックスの上方に配置し、固定管のギアを上側から攪拌翼のギアに咬み合わせさせる。さらにこの場合、固定管をロッド体の回転に対して静止させるために、固定管の上端をロッド体の上端と同程度の位置まで延長して長尺の固定管とする。このような固定管であればその上端で固定することができる。

【0046】図5は、本発明の第2の実施形態における地盤改良装置100の攪拌翼部分を示す概略的構成図で

ある。地盤改良装置100は、平行な一対のロッド体を有する。それぞれのロッド体は二重管の構成を有し、右側のロッド体はロッド体外管112とロッド体内管114からなり、左側のロッド体はロッド体外管112'とロッド体内管114'からなる。ロッド体内管114、114'は有孔管であり、図示しないが硬化材等の移送孔が内蔵されている。移送孔は、先端部に開口する吐出口170へ連通している。ロッド体外管(単に「外管」と称することがある)112とロッド体内管(単に「内管」と称することがある)114とは同じ軸mをもつが、通常、互いに接続されておらずそれぞれを独立に回転又は静止させる駆動装置を有する(図9中、符号182参照)。もう一方の外管112'と内管114'も同様であり、それぞれ独立に回転又は静止させることができる。また、外管112と外管112'とは連結板160により連結されることにより、平行な位置関係を保つ。これらの外管112、112'もまた、それぞれ独立に回転駆動することができる。例えば、施工においてはR0、R0'の矢印で示すように互いに逆方向に回転させられる。従って、各外管の周囲に取り付けられる連結板160は、各外管が回転可能なように軸受部162及び162'を介して取り付けられる。また、各先端近傍には掘削ビット152を具備する掘削翼150が設けられ、各外管112、112'とそれぞれ一体的に回転する。

【0047】図5では、ロッド体外管112、112'は、それぞれ上下2箇所に攪拌翼120、120'を設けている。さらに1箇所に付き、ロッド体の軸mに対して垂直方向に互いに反対側に1つずつ攪拌翼120が設けられる。上側の攪拌翼120と下側の攪拌翼120'は互いに90度の角度をなし、また異なる外管112、112'上の同じ高さ位置の攪拌翼同士も互いに90度の角度をなしている。外管112と112'とは、それぞれの攪拌翼の取付角度が異なるが、基本的に同一構造である。以下の説明におけるロッド体112についての構造は、ロッド体112'についても同様である。

【0048】代表例として図5中右上の攪拌翼120について説明する。先の例と同じく攪拌翼120は、攪拌翼シャフト122の先端部から分岐する一対の平行なトンボ羽根形状の羽根(斜線部)を有する。この双羽攪拌翼120は、攪拌翼シャフト122に取り付けられている。攪拌翼シャフト122は、管状部材であるギアボックス130の管壁上から外管112の軸mに対して垂直方向に延びるように該管壁に取り付けられる。さらに、ギアボックス130の管壁に対する攪拌翼シャフト122の取付部分は、攪拌翼120の軸nについて回転可能に軸支されている。

【0049】図示の例のギアボックス130は、外管112と同軸上にある管状部材であって外管112と接続されており一体的に回転する。図5のギアボックス13

0の内側部分は透視図となっている。ギアボックス130の管壁を貫通する攪拌翼シャフト122の基端部にはギア124が設けられている。ギア124は、攪拌翼120の軸nの周りで回転可能である。一方、ギアボックス130内において内管114は、その周囲にギア116を設けている。ギア116は、ギア124と噛み合うように配置される。攪拌翼120の軸nと内管114の軸mとは互いに直交する。従って、ギア124の軸とギア116の軸も直交する。ギア124とギア116とが噛み合うことにより、互いに直交する2軸間で回転運動を伝達可能なギア機構を構成する。図示の例では、双方のギアとも歯すじが円錐形のかさ歯車となっているが他の形状のギアでもよい。また、図示の例のギアボックス130は、このようなギア機構を内蔵するので、外管112の径よりも大きい径をもつ管状部材として形成され外管112と接続されているが、ギアボックス130は外管112と一体的に回転可能であればよく、外管112の一部として形成してもよい。

【0050】内管114は、外管112とは、通常、接続されておらず、外管112の回転に対して相対的に静止させておくことができる。内管114の本体部分は、破線で示すようにギア116の中央部からさらに下に延びてギアボックス130を貫通し、さらに下方へと延びて下側のギアボックス130'内にその下端が位置する。この内管114の下端には、やはり軸mを軸とするギア116'が設けられる。

【0051】下側ギアボックス130'もまた、その管壁により下側の攪拌翼120'の攪拌翼シャフト122'を軸支し、かつ、外管112と一体的に回転する。攪拌翼シャフト122'も、攪拌翼シャフト122と同様に基端部にギア（図示せず）を設けている。このギアは、内管114の下端に設けられたギア116'と噛み合う。これら下側の2つのギアもまた、互いに直交する2軸間で回転運動を伝達可能なギア機構を構成する。

【0052】上記のような構造において、内管114を静止させた状態で外管112のみを軸mの周りで回転（図中、矢印R0）させると、外管112と一体的にギアボックス130が回転する。それによりギアボックス130の管壁に取り付けられている攪拌翼シャフト122すなわち攪拌翼120が、外管112の軸mの周りで回転する。図中、矢印R1で示すこの回転は、前述の第1の実施形態における第1の回転に相当する。一方、攪拌翼120の第1の回転R1が生じると、攪拌翼シャフト122の基端部のギア124が内管上のギア116と噛み合っているため、ギア124がギア116上を転動し、その結果、攪拌翼120がその軸nの周りで回転する。図中、矢印r1で示すこの回転は、前述の第1の実施形態における第2の回転に相当する。

【0053】ここで図6を参照して、上記の地盤改良装置100の攪拌翼120の特徴的な回転動作を詳細に説

明する。図6(A)は、攪拌翼120と、ギアボックス130すなわち外管112との関係を示すための図であり、内管を省略して示している。ギアボックス130は外管112と一体的に回転する（図中、矢印R0）。攪拌翼120の攪拌翼シャフト122はギアボックス130の管壁により軸支されているので、ギアボックス130が回転すると、攪拌翼120も外管112（すなわち軸m）を軸として第1の回転R1を行う。

【0054】一方、図6(B)は、攪拌翼120と、内管114との関係を示すための展開図であり、外管及びギアボックスを省略して示している。分かり易くするために、実際は直角に噛み合っているギア116とギア124を分離して描いている。内管114は、静止しているものとする。従って、内管114上のギア116及びギア116'もまた静止している。ギア116とギア124とが噛み合っているため、ギア124すなわち攪拌翼120が第1の回転R1を行うと、ギア124はギア116上を転がることとなり、その結果、攪拌翼120がその軸nの周りで第2の回転r1を行う。

【0055】再び図6(A)に戻ると、外管112はギアボックス130を貫通してさらに下方へ延び、下側ギアボックス130'と接続されかつこれを貫通して下方へ延びて先端に至っている。一方、図6(B)示す内管114は、ギア116の中央部から内管延長部114aがさらに下へ延びて、内管延長部114bへと続き、下側ギア116'を設け、さらに下側ギア116'の中央部から内管延長部114cが延び、吐出口170を設けた先端に至る。

【0056】図6(B)に示す下側ギア116'が、図6(A)に示す下側攪拌翼120'の攪拌翼シャフト122'の基底部のギア（図示せず）と噛み合うことにより、下側攪拌翼120'もまた、外管112の軸の周りで第1の回転を行いつつ、攪拌翼シャフト122'の軸の周りで第2の回転を行うこととなる。

【0057】後に、図10を参照して詳細に説明するが、この第2の実施形態においても双羽攪拌翼120の第2の回転r1により、対象地盤が垂直方向へも有効に切削攪拌される。

【0058】図7は、図5及び図6に示した地盤改良装置100の攪拌翼取付部分のロッド体軸に沿った概略的断面図である。攪拌翼シャフト122は、例えば、軸受け121a、121bを介してギアボックス130の管壁により軸支されることにより、その軸の周りで円滑に回転することができる。外管112とギアボックス130とは一体的に回転可能なように接続されている。内管114は、図示のように有孔管とすることができる。図示の構造は、例であって様々な変形が可能である。

【0059】図5乃至図7に示した第2の実施形態の地盤改良装置100は、上記のような攪拌翼の特徴的な回転運動を得るために、ギア116を設けた内管114を外

管112の回転に対して相対的に静止させることが必要である。1本のロッド体の内管114は、その上端に設置される回転駆動装置の制御により静止させられる。このことは、第2の実施形態の構造によれば、一対のロッド体でなく1本のロッド体のみをもつ地盤改良装置においても、本発明による特徴的回転運動を実現できることを意味する。この点は、前述の第1の実施形態の基本構造が、固定管を静止させるために一対のロッド体の連結を必要とすることと対照的である。

【0060】図8は、図5乃至図7に示した第2の実施形態の変形例を示す図である。図8(A)は、一対のロッド体のうち一方のみを示した概略的構成図である。図8(B)は、図6(B)と同様の攪拌翼120と114との関係を示すための展開図であり、外管及びギアボックスを省略して示している。図8の例においては、内管114(通常は固定)は、上側のギアボックス130内に末端があり、その末端の周囲にギア116aを設けている。ギア116a(第2のギア)は、ギア124(第1のギア)と咬み合っているため、攪拌翼120が第1の回転R1を行うとギア124はギア116a上を転がり、攪拌翼120がその軸nの周りで第2の回転r1を行う。一方、図8の例では、ギア124に対して下方から咬み合うギア116b(第3のギア)が設けられている。このギア116bは、管状部材114aの上端に設けられる。管状部材114aは、内管114の延長線上にあって外管の内側にあるが内管114とは接続されていない。従って、管状部材114aは、ギア124の第1の回転R1と第2の回転r1を加えた回転(便宜上、 $R1+r1$ で示す)を行う。管状部材114aの下端にはギア116c(第4のギア)が設けられている。ギア116cは下側攪拌翼120'のギア(図示せず)と咬み合う。下側攪拌翼120'もまた外管112と一体的に回転R1を行っている。この結果、軸mについての管状部材114aの回転($R1+r1$)と下側攪拌翼120'の回転R1との差により、下側攪拌翼120'の軸n周りの第2の回転r1が生じる。

【0061】図8の例の場合、内管114はギア116aを終端とするが、硬化材等の移送孔についてはロッド体先端まで到達するように設置される。具体的には、例えば、内管114及び管状部材114aの内部を貫通させてもよいし、あるいは、内管と外管の間の空間を利用してもよい。

【0062】図9は、図5乃至図8に示した第2の実施形態又はその変形例の地盤改良装置100を用いた施工の様子を示す図である。第1の実施形態と異なり、第2の実施形態では、二重管であるロッド体部分、内管と外管をそれぞれ独立に回転させる回転駆動装置182、182'、及びその制御を行う制御部180の構成が従来と異なるため、従来の装置を流用することができない。

【0063】しかしながら、第1の実施形態では、第2

の回転r1を自在に停止させることができないが、第2の実施形態では、内管を外管と同じ回転速度で回転させることにより、実質的に内管と外管とを一体化させることもできる。その場合には、第2の回転r1が行われず、双羽攪拌翼は水平面内の第1の回転R1のみを行う。このように、第2の実施形態では、双羽攪拌翼の動きを選択することができる。内管と外管とを一体化させる手段としては、双方の回転駆動装置を電氣的に制御する以外に、内管と外管とを例えば上端において物理的に接続又は断絶する接続機構によってもよい。

【0064】図10は、図4若しくは図9に示した本発明による地盤改良装置10若しくは100により地盤改良工法を実施した場合の、双羽攪拌翼による攪拌動作を模式的に示す図である。図中、回転しながらほぼ水平移動している長方形は、例えば第1の実施形態における1つの双羽攪拌翼20を、攪拌翼の軸方向から見た形状を表す。攪拌翼シャフト(図示せず)はこの長方形20の中心に位置する。長方形20の両端にそれぞれ描かれた小さい略菱形の形状は、トンボ羽根形状の2枚の羽根部25a及び25bの断面を表す。図14と同様に縦軸は対象地盤の深さ方向の位置を、横軸はロッド体の回転角度すなわち攪拌翼の第1の回転の角度を示す。図中、下方の一点破線によるほぼ水平な直線は、攪拌翼シャフトの第1の回転R1による軌跡を示す。波状に鉛直方向の変位を繰り返しつつA点からB点まで下降する点線群Iは、羽根部25aの軌跡である。同じく波状に垂直方向の変位を繰り返しつつC点からD点まで下降する点線群IIは、羽根部25bの軌跡である。

【0065】従って、図10に示す範囲の対象地盤は、羽根部25aと25bにより2回攪拌されるが、ほとんどの箇所が各羽根部によりそれぞれ異なる角度で切られている。図14と比較すると本発明による攪拌工法の特徴が明白である。羽根部25a及び25bの鉛直方向の変位は、前述の双羽攪拌翼の第2の回転r1によるものである。このように、本発明による攪拌翼は、水平方向の第1の回転R1と鉛直方向の第2の回転r1とを組み合わせた三次元的な攪拌運動を行う。これにより、対象地盤を水平方向のみでなく鉛直方向へも満遍なく攪拌することができる。

【0066】図11は、本発明において用いる双羽攪拌翼20の好適な形態を示す構成図である。双羽攪拌翼20は、攪拌翼シャフト22と、攪拌翼シャフト22の先端部から軸nに対して垂直方向反対側に分岐して延びる平板状の支持アーム23と、さらに支持アーム23の両端近傍から軸nに対して平行にかつ軸nから等距離だけ離隔して延在する一対の羽根部25a及び25bとを有する。羽根部25aの支持アーム23への取付部27aは軸支されており、羽根部25aは、軸nに平行な羽根部25aの軸28aの周りで回動可能である。同様に、羽根部25bの支持アーム23への取付部27bも軸支

されており、羽根部25bは、軸nに平行な羽根部25bの軸28bの周りで回転可能である。従って、支持アーム23及び両羽根部の軸28a、28bは、攪拌翼20の軸nの周りで共に回転するが、羽根部25a及び25b自体は、それぞれの軸28a及び28bの周りで回転して羽根の面の向きを自在に変えることができる。羽根部25a及び26bは、それぞれ略平板形状であるが、軸28a、軸28b上部分において厚くかつ軸28a、軸28bに沿った方向の両縁部分29a及び29bにおいて薄い刃状に形成されることが好適である。

【0067】ここで、再び図10を参照する。図11の構造の双羽攪拌翼20が図10に示すような三次元的攪拌運動を行った場合、羽根部25a及び25bはその周囲（攪拌される土砂や硬化材等）から抵抗を受ける。このような抵抗を受けると、羽根部25a及び25bはそれぞれの軸28a及び28bについて回転可能であるので、各羽根部の面が移動方向に沿うようにその向きを変えることができる。従って、図10に描かれたように各羽根部25a及び25bは、常にその面の向きを移動方向に沿わせることができる。このようにして、双羽攪拌翼20は、周囲から受ける抵抗を格段に軽減することができ、極めて円滑な攪拌動作を行う。このことは、双羽攪拌翼の負担を低減することにもなる。さらには、地盤改良装置自体の耐久性を向上させることにつながる。また、円滑な攪拌動作により攪拌効率も増大する。

【0068】もちろん、図11に示す双羽攪拌翼20の構造は好適な一例であり、羽根部25a及び25bが支持アーム23に固定されていても、本発明における三次元攪拌動作の効果は十分に得られる。また、双羽攪拌翼20は、1つの攪拌翼につき2枚の羽根を離隔して並べた構造であるが、3枚以上の羽根を互いに離隔して並べた複羽攪拌翼としてもよい。

【0069】また、例示した実施形態では、各ロッド体軸に沿って2箇所にそれぞれ一對の攪拌翼を設けたが、1箇所であってもよくまた3箇所以上であってもよい。しかしながら、極めて攪拌効率のよい本発明による地盤改良装置においては、少ない攪拌翼の数であっても十分な機能が得られるので、攪拌翼の数を少なくしてロッド体構造を簡素化することが好適である。

【0070】

【発明の効果】以上述べたように、本発明による地盤改良装置及びこれを用いた地盤改良工法によれば、対象地盤に対して、2つの異なる方向の回転運動が組み合わされた三次元的な攪拌を行うことが可能となった。特に、鉛直方向（ロッド体軸に平行な面内）の攪拌機能が強化されたことにより、本来水平方向に弱いという異方性をもつ対象地盤に対しても有効な攪拌を行うことができる。その結果、異方性のない均質な強度特性をもった地盤改良体が造成される。加えて、地盤改良体の室内配合試験強度に対する現場強度比が改善されることとなる。

【0071】また、攪拌混合の効率が格段に向上した結果、単位長さ当たりの羽根切り回数を多くするために攪拌翼の枚数を増やしたり攪拌時間を長くしたりする必要がなくなり、ロッド体構造を簡素化できると共に施工におけるサイクルタイムを短縮することができる。さらに、粘性土地盤における土塊の付着による供回り現象も低減される。

【0072】さらに本発明は、例示した実施形態のように、ロッド体を下降させつつ掘削と共に硬化材の吐出攪拌を行う工法においても、あるいは、掘削排泥を行った後にロッド体を上昇させつつ硬化材の吐出攪拌を行う工法においても、有効に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態である地盤改良装置の攪拌翼部分を示す概略的構成図である。

【図2】図1の第1の実施形態における（A）は、攪拌翼とギアボックスすなわちロッド体との関係を示すための構成図であり、（B）は、攪拌翼と固定管との関係を示すための展開図である。

【図3】図1及び図2に示した地盤改良装置の攪拌翼取付部分のロッド体軸に沿った概略的断面図である。

【図4】図1及び図2に示した第1の実施形態の地盤改良装置を用いた施工の様子を示す図である。

【図5】本発明の第2の実施形態における地盤改良装置の攪拌翼部分を示す概略的構成図である。

【図6】（A）は、攪拌翼とギアボックスすなわち外管との関係を示すための構成図であり、（B）は、攪拌翼と内管との関係を示すための展開図である。

【図7】図5及び図6に示した地盤改良装置の攪拌翼取付部分のロッド体軸に沿った概略的断面図である。

【図8】（A）は、図5乃至図7に示した第2の実施形態の地盤改良装置の変形例の概略的構成図であり、

（B）は、その構成を示す展開図である。

【図9】図5乃至図8に示した第2の実施形態又はその変形例の地盤改良装置を用いた施工の様子を示す図である。

【図10】図4若しくは図9に示した本発明による地盤改良装置により地盤改良工法を実施した場合の、双羽攪拌翼による攪拌動作を模式的に示す図である。

【図11】本発明において用いる双羽攪拌翼の好適な形態を示す構成図である。

【図12】従来の地盤改良装置を用いた施工の様子を示す一例である。

【図13】図12の従来の地盤改良装置の攪拌翼を含む先端近傍の部分拡大図である。

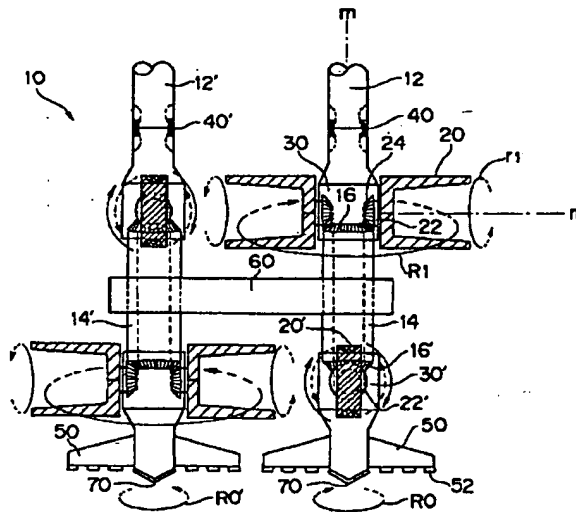
【図14】図12の従来の地盤改良装置のロッド体を回転させつつ下降させた場合における攪拌翼による攪拌動作を模式的に示す図である。

【符号の説明】

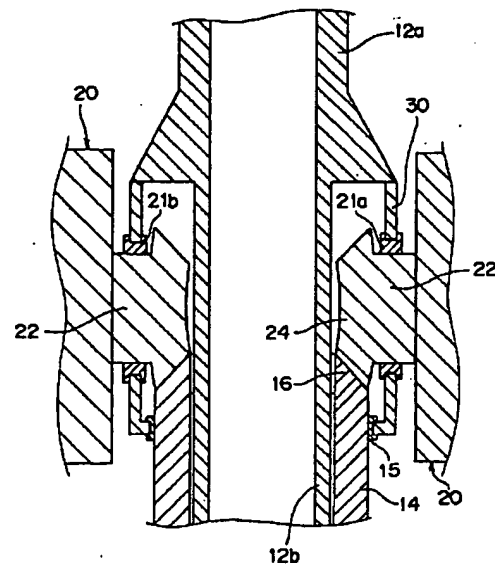
12、12' ロッド体

- | | |
|------------------|-------------------|
| 12a ロッド体連結部 | 70、270 吐出口 |
| 12b ロッド体延長部 | 80、280 制御部 |
| 12c ロッド体先端部 | 82、282 回転駆動部 |
| 14、14' 固定管 | 84、284 上下駆動部 |
| 16、16' (固定管上の)ギア | 90 地盤 |
| 20、20' 双羽攪拌翼 | 100、200 地盤改良装置 |
| 21a、21b 軸受 | 112、112' 外管 |
| 22、22' 攪拌翼シャフト | 114、114' 内管 |
| 23 羽根支持アーム | 116、116' (内管上の)ギア |
| 24 (攪拌翼上の)ギア | 120、120' 攪拌翼 |
| 25a、25b 羽根部 | 122、122' 攪拌翼シャフト |
| 27 羽基部 | 124 (攪拌翼上の)ギア |
| 28 羽軸部 | 130、130' ギアボックス |
| 29 羽縁端部 | 160 連結板 |
| 30 ギアボックス | 162、162' 軸受 |
| 40 ジョイント部 | 212、212' ロッド体 |
| 50、250 掘削翼 | 220a、220b 単羽攪拌翼 |
| 52、252 掘削ビット | 262 軸受 |
| 60、260 連結板 | |

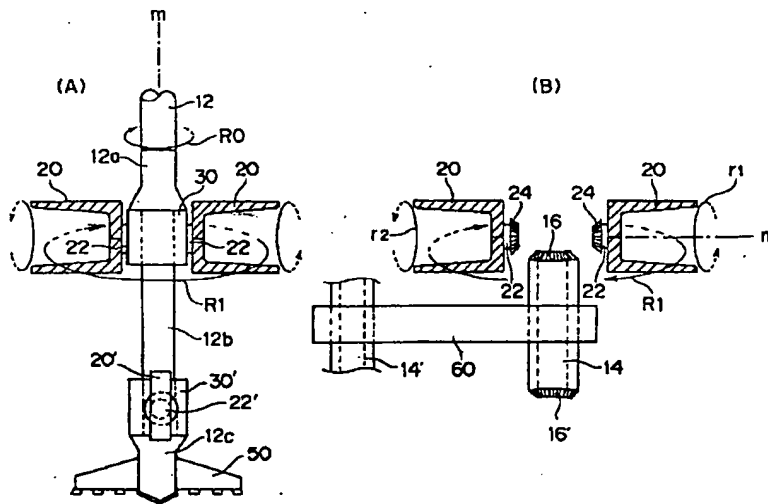
【図1】



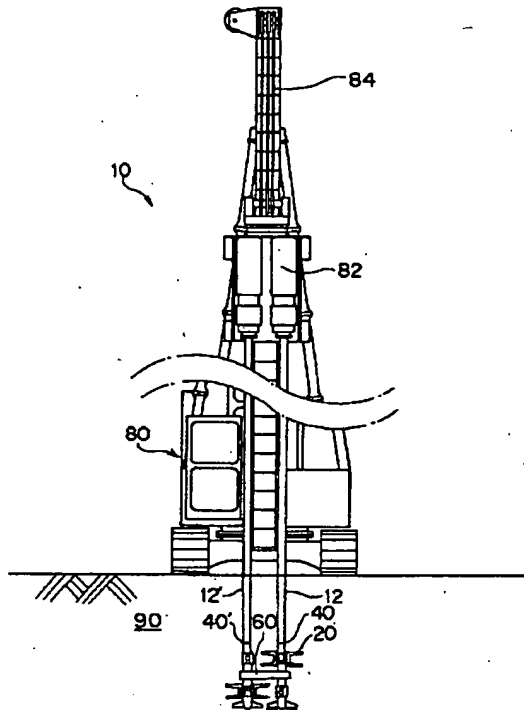
【図3】



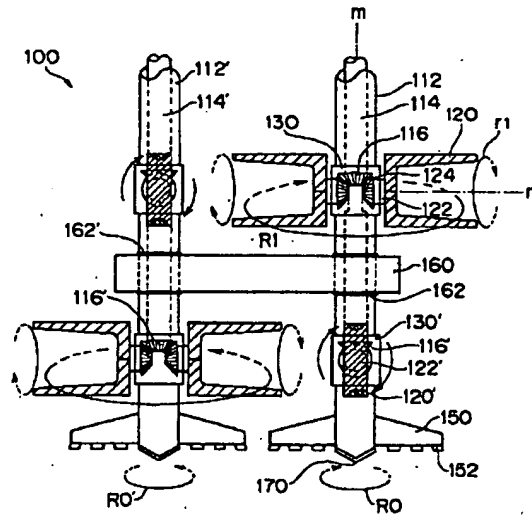
【図2】



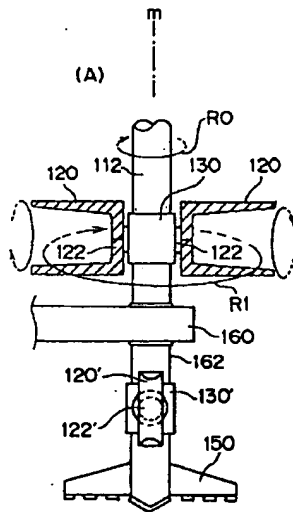
【図4】



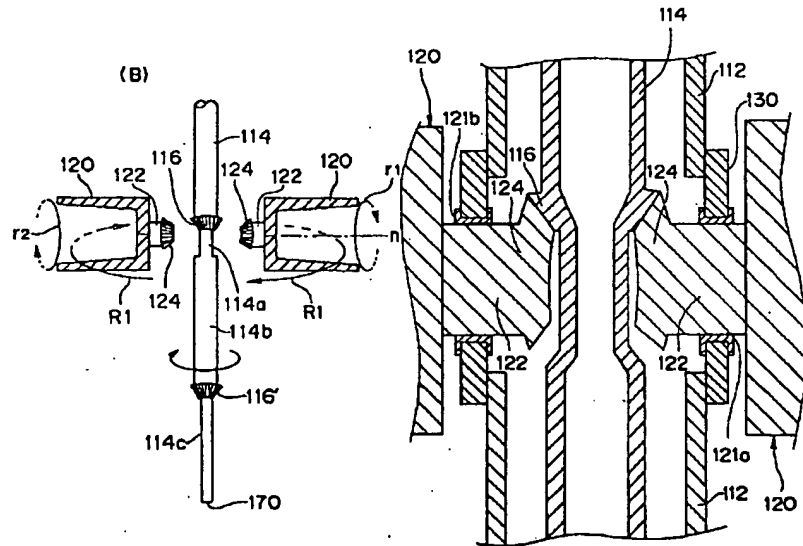
【図5】



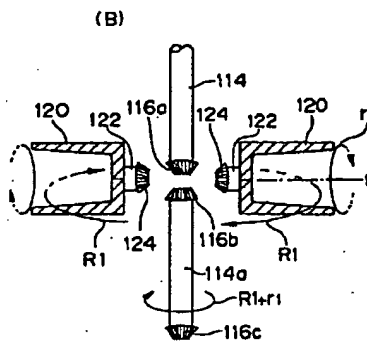
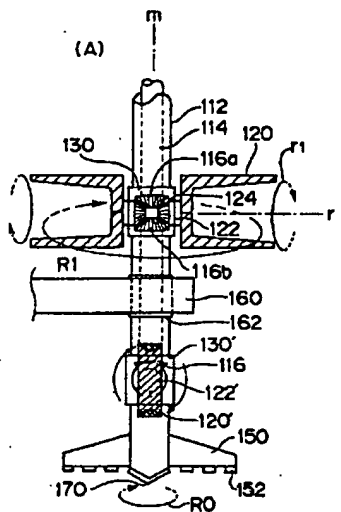
【図6】



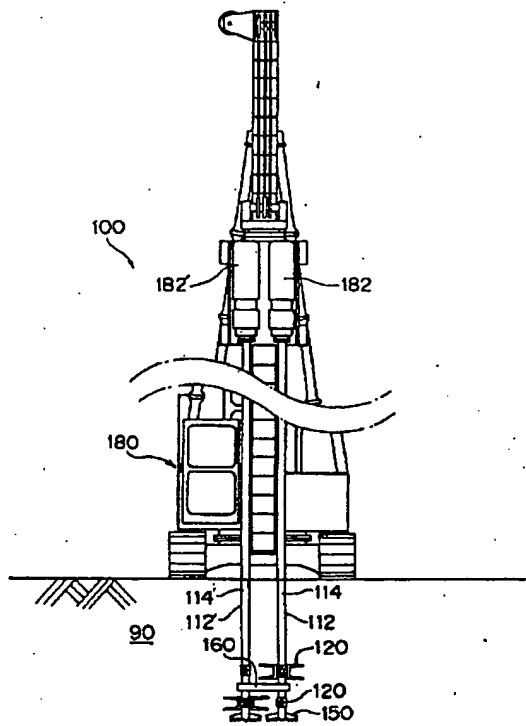
【図7】



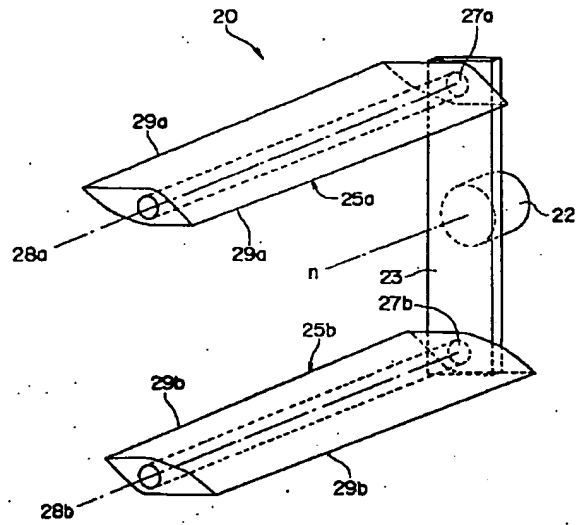
【図8】



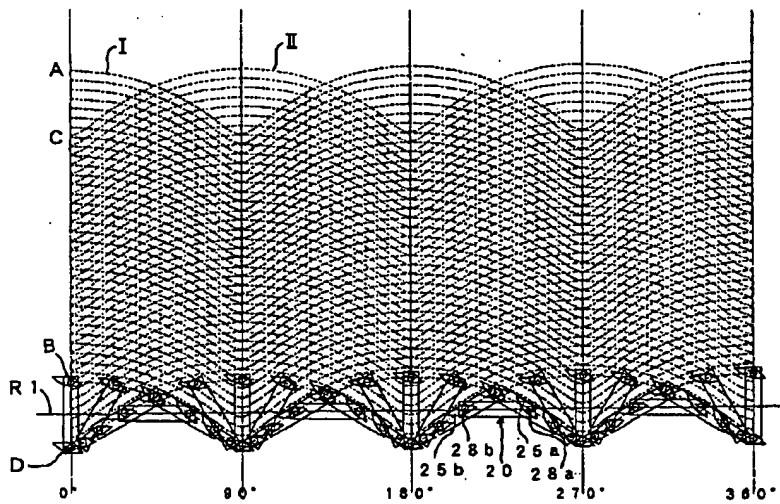
【図9】



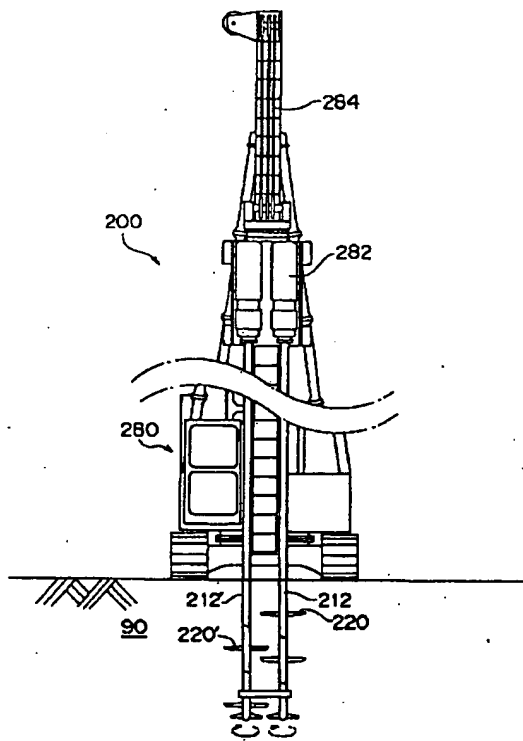
【図11】



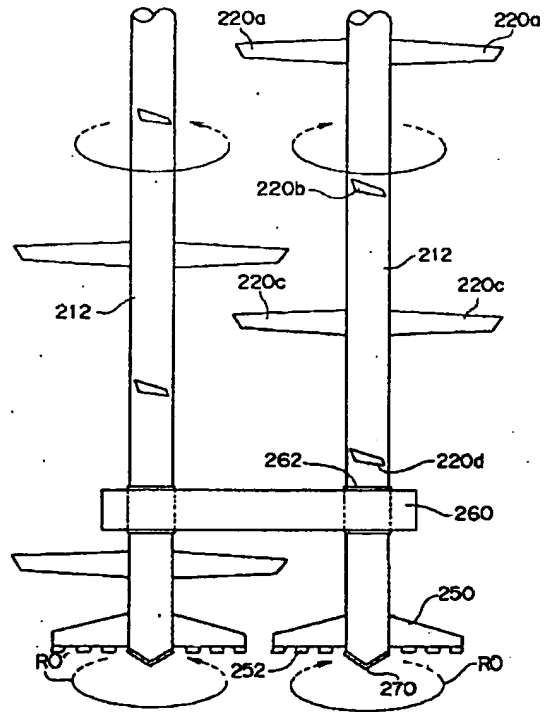
【図10】



【図12】



【図13】



【図14】

